

Determination of pyroxene-garnet phase  
equilibrium relations in the system  
enstatite-pyrope using in situ X-ray  
observation : material structure of the upper  
mantle

著者	Okada Taku
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 2318, 2000.3.24 Includes bibliographical references (p. 69-75)
発行年	2000
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/5410">http://hdl.handle.net/2241/5410</a>

氏 名 (本 籍)	おか だ たく 岡 田 卓 (東 京 都)
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 2318 号
学位授与年月日	平成 12 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	地球科学研究科
学 位 論 文 題 目	Determination of Pyroxene-Garnet Phase Equilibrium Relations in the System Enstatite-Pyroxene using in situ X-ray Observation : Material Structure of the Upper Mantle (X線その場観察によるエンスタタイト-パイロープ系輝石-ガーネット相平衡関係の決定: 上部マントルの物質構造)
主 査	筑波大学教授 理学博士 宮 野 敬
副 査	筑波大学教授 理学博士 梶 原 良 道
副 査	筑波大学助教授 理学博士 加 藤 工
副 査	筑波大学助教授 理学博士 小 林 洋 二
副 査	筑波大学講師 理学博士 黒 澤 正 紀

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

地球の最上部マントルは、オリビンと輝石の 2 成分から構成されている。200km 以上の深部では、これらの硅酸塩は一連の相転移を生じ、これによる物性変化が固体地球のダイナミクスを支配していると考えられている。上部マントル深部で生ずる輝石-ガーネット転移は、マントル内部での化学組成変化および地震波不連続面の成因と考えられている。従って、温度圧力依存すなわち相平衡関係を定量的に知る必要がある。この問題に対して、主成分である  $\text{MgSiO}_3$  (エンスタタイト) と  $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$  (パイロープ) の間の反応について、現在最も信頼性の高い X 線その場観察法を適用して、精密決定を行った。X 線その場観察法は、高温高压条件の物質の X 線回折を行うことにより標準物質による圧力測定、反応進行の確認が可能である。つまり、技術的問題を解決すれば、方法論として、決定的に正しいデータを与えることができる。また、入射 X 線についても、高いエネルギー領域で強度を持つ高輝度放射光が不可欠で過去 10 年に発達した比較的新しい分野である。ただし、マントル温度に対応する 1000℃ 以上の高温条件は、技術的に確立されておらず、研究の第一段階は、実験条件の実現に関する開発に当てられた。特に、加熱材の選択と圧力の精密制御に必要なセルの開発・測定条件の精度評価の確立は、重大な問題である。その結果、加熱材として、TiC-C (ダイヤモンド) 複合材料と  $\text{ZrO}_2$  断熱材から構成されるセルを考案し、反応に必要な 1000℃ 以上の条件で数時間以上の安定性を示しことを実証した。また、得られる X 線回折プロファイルは、生成相の同定と化学反応の進行を確認する十分な精度を示すデータを与えた。その成果として、 $\text{MgSiO}_3$  -  $\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$  系エンスタタイト-パイロープ転移の 10 - 15GPa, 1000 - 1600℃ 条件での実験を行い、平衡共存する輝石とガーネットの化学組成に関する新しいデータが得られた。地球内部を代表するエンスタタイト 80% パイロープ 20% の輝石成分は、1300 - 1600℃ の温度範囲で、約 13 - 14GPa の圧力で、ガーネット相に転移することが示された。この結果から、従来受け入れられている相平衡図が、1 - 2 GPa 程度圧力を過大評価していることが明らかになった。この違いは、地震波速度分布と鉱物物性に基づくマントルの 300 - 400km の物質構造すなわち化学組成と鉱物組成の解釈に重大な影響を与える。新しい結果に基づき、上部マントルの物質構造、鉱物組み合わせ、各鉱物の化学組成に対する制約の検討を行った。地震学的密度構造モデルと高压鉱物の物性データを

使った解析によると、400kmの地震波不連続面は、オリビンを主とした上部マントルとガーネットを主としたマントル遷移層の化学的境界であると推定される。また、マントル遷移層の化学組成として、ガーネット転移がエンスタタイトパイロープ系よりも高い圧力で生ずる玄武岩質である可能性を示した。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、放射光X線その場観察法を地球内部科学上の第1級の問題である輝石-ガーネット転移に適用し、その結果から、マントル内部の化学的成層構造を論じた価値ある報告である。その成果と議論は、地球史を通じたスラブの沈み込みとマントルプレュームの活動によって解釈されるべき問題で、固体地球科学の広範な分野にインパクトを与えると考えられる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有すると認める。